

PATENT
4276-0105P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: KONNO, Yasuke et al Conf.:
Appl. No.: NEW Group:
Filed: November 20, 2003 Examiner:
For: METHOD AND APPARATUS FOR INSPECTING A
BUMP ELECTRODE

L E T T E R

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

November 20, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	2002-338852	November 22, 2002

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By 

Marc S. Weiner, #32,181

pcL
MSW/tmr
4276-0105P

P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
(703) 205-8000

Attachment(s)

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

KONNDetail
BSICB LLP
703-205-8600
November 20, 2003
4276-0105P
10F1

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年11月22日

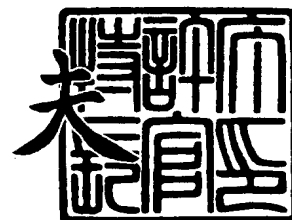
出願番号
Application Number: 特願2002-338852
[ST. 10/C]: [JP2002-338852]

出願人
Applicant(s): 新日本製鐵株式会社

2003年10月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3080850

【書類名】 特許願

【整理番号】 YP02NS0317

【提出日】 平成14年11月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06T 7/00
H01L 21/66
H01L 23/12

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術
開発本部内

【氏名】 今野 雄介

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町 2 - 6 - 3 新日本製鐵株式会社
内

【氏名】 河野 太郎

【特許出願人】

【識別番号】 000006655

【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068423

【弁理士】

【氏名又は名称】 矢葺 知之

【電話番号】 03-5687-6054

【選任した代理人】

【識別番号】 100080171

【弁理士】

【氏名又は名称】 津波古 繁夫

【電話番号】 03-5687-6054

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013309

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 バンプ電極およびバンプ電極用ボール検査方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体素子のバンプ電極またはバンプ電極として用いられるボールを基板上に整列したものを検査対象とし、リング状照明装置により対象の斜め上方から照明するとともに、対象の上方から撮像し、得られた円環状の撮影画像を利用して、電極又はボールの良否を検査するバンプ電極およびバンプ電極用ボールの検査方法において、撮影画像の階調を飽和特性を有する関数を用いて補正する補正ステップと、前記補正ステップで補正された画像から一つのボールに相当する切り出し画像を得る切り出しステップと、前記切り出し画像と予め用意したテンプレート画像を用いて正規化相関係数に基づくパターンマッチングを行いボールの良否判定を行う判定ステップと、を具備することを特徴とするバンプ電極およびバンプ電極用ボール検査方法。

【請求項 2】 前記判定ステップにおいて、パターンマッチングに用いるテンプレート画像を輝度分布を表す数式モデルを用いて生成可能としたことを特徴とする請求項 1 記載のバンプ電極およびバンプ電極用ボール検査方法。

【請求項 3】 前記判定ステップにおいて、バンプ電極またはボールの大小に応じた複数枚のテンプレート画像を用いてパターンマッチングを行い、得られた複数の正規化相関係数の組み合わせによりバンプ電極またはボールの大小を判定することを特徴とする請求項 1 または 2 記載のバンプ電極およびバンプ電極用ボール検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、LSI等の半導体素子のバンプ電極およびバンプ電極として用いられる微小なはんだボール（以後ボールと称する）の検査方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、当該分野における検査方法としては、良品のみで構成されたマスタ画像

を多数枚の良品サンプル画像の平均値から作成し、検査対象画像との差を求めて欠陥部位を特定する方法や、検査対象画像を2値化しラベリング等の2値画像処理を行う方法、あるいは検査対象画像から個々のボールを切り出し正規化相関係数に基づくパターンマッチングを行う方法が採用されている（例えば、特許文献1参照。）。

【0003】

【特許文献1】

特開2000-11174号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記の従来技術は、良品の画像の輝度分布は大きく変化しないことを前提としているが、本発明の検査対象であるバンプ電極またはボールの表面には変色や粗度変化があるため、良品であっても画像の輝度分布が大きく変化する。従って、従来の技術では良品を不良として判定してしまう場合があった。

【0005】

また、検出すべき不良の種類には、ボール自体の変形やボールが有るべき位置に無い欠落、径の異なるボールの混入などがあるが、特に小さなボールの混入は実装時の接続不良を引き起こすため、ボールの大小判定は他の良否判定と同様に重要である。単一のテンプレート画像に基づくパターンマッチングで小さなボールを判定しようとした場合、良品と小さなボールでは輝度分布パターンが良く似ているため、欠落判定の場合に比べて判定が難しいという問題がある。さらにテンプレート画像は多数の良品画像の平均値から作成していたため、テンプレート画像作成の手間がかかるという問題もあった。

【0006】

本発明は上記の点に鑑みてなされたものでその目的は、検査対象の表面状態の影響を受けにくいバンプ電極およびバンプ電極用ボール検査方法を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するための本発明の検査方法は、半導体素子のバンプ電極またはバンプ電極として用いられるボールを基板上に整列したものを検査対象とし、リング状照明装置により対象の斜め上方から照明するとともに、対象の上方から撮像し、得られた円環状の撮影画像を利用して、電極又はボールの良否を検査するバンプ電極およびバンプ電極用ボールの検査方法において、撮影画像の階調を飽和特性を有する関数を用いて補正する補正ステップと、前記補正ステップで補正された画像から一つのボールに相当する切り出し画像を得る切り出しステップと、前記切り出し画像と予め用意したテンプレート画像を用いて正規化相関係数に基づくパターンマッチングを行い良否判定を行う判定ステップと、を具備することを特徴とする。

【0008】

また、前記判定ステップは、パターンマッチングに用いるテンプレート画像を輝度分布を表す数式モデルを用いて生成することを特徴とする。

また、前記判定ステップは、バンプ電極またはボールの大小に応じた複数枚のテンプレート画像を用いてパターンマッチングを行い、得られた複数の正規化相関係数の組み合わせによりバンプ電極またはボールの大小を判定することを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】

図1はこの発明の1実施の形態を示すバンプ電極用ボールの検査を行う装置の構成図である。

照明装置1は被検査対象であるボール21が整列配置された基板2を斜め方向から照明するリング状の照明装置である。撮像装置3は基板をCCDカメラ等により真上方向から撮影するものである。記憶装置4は撮像した画像を取り込むフレームメモリであり、補助記憶装置41はテンプレート画像を格納しておくハードディスク等の補助記憶装置である。画像処理装置5は入力画像について処理と判定を行い、表示装置6は処理結果及び入力画像を表示するものである。

【0010】

照明装置1によって照明されたボール21は、斜め方向から光を受けるため、

主に正反射光が撮像装置 3 に入射し、図 2 に示すように円環状の像として撮影され、記憶装置 4 にデジタル画像として取り込まれる。通常、画像の輝度値は 0 から 255 の範囲を取る 8 ビットの整数値としてデジタル化されるため、以下の説明においても画像の輝度値は 0 から 255 の範囲を取るものとして説明する。

【0011】

本発明の実施においては、検査開始に先立って、まずテンプレート画像を予め作成する。テンプレート画像は式 (1) に基づき、円環の半径 r 及び円環の太さ d をパラメータとして生成される。

$$I(R, r, d) = 255 \times \exp \{ - (R - r / d)^2 \} \quad \dots (1)$$

I : テンプレート画像の輝度値 (0 - 255)

R : テンプレート画像中心から画素までの距離

r : 円環の半径を決めるパラメータ

d : 円環の太さを決めるパラメータ

【0012】

式 (1) はテンプレート画像中心からの距離 R のみの関数となっているため、生成される画像は円環状のものとなり、輝度最大値を取る円環の半径はパラメータ r に等しい。式 (1) により生成されたテンプレート画像の例を図 3 に示す。図 3 には上段にテンプレート画像、下段にテンプレート画像中心からの距離に対する輝度値の変化を示した。テンプレート画像の大きさは撮影される円環の大きさよりも大きくなければならないが、あまり大きいとパターンマッチングの計算量が大きくなるため、円環の大きさの 1.2 ないし 1.5 倍程度が望ましい。なお、テンプレート画像の生成には必ずしも式 (1) を用いる必要は無く、例えば円環の半径 r の近傍で一定値を取り他はゼロとなるような関数を用いても良い。

【0013】

ボールの変形および／または欠落判定を行う場合にはテンプレート画像は良品に対応する 1 つだけ作成すれば良いが、大小判定を行う場合は、半径 r 及び円環の太さ d を決めるパラメータを変えて大・良品・小に対応する 3 つのテンプレート画像を作成しておく。これらのテンプレート画像は補助記憶装置 41 に格納し

ておき、検査時に用いるものとする。

【0014】

検査時には撮像部 3 にて撮像された画像は記憶装置 4 に格納され、画像処理装置 5 にて判定処理が行われる。画像処理装置 5 の処理フローを図 4 に示す。以下このフローに沿って説明する。

画像処理装置 5 では、まず式 (2) に示すような入出力特性を持つ関数を用いて画像の階調補正を行う。式 (2) の関数の入出力関係を図 5 に示す。

$$I_{out} = 255 \times (I_{in} / 255)^\gamma \quad \cdots (2)$$

I_{in} : 撮影画像の画素値 (0 - 255)

I_{out} : 階調補正後の画素値 (0 - 255)

γ : 飽和特性を調節するパラメータ ($0 < \gamma < 1$)

【0015】

式 (2) において、 γ は飽和特性を調節するパラメータであり、本発明の実施においては 1 と 0 の間の値を取るが典型的には $\gamma = 0.5$ とすれば良い。ボールははんだを主成分とするものであるため、表面は鏡面に近く、表面状態の変化は主に円環の明るさの低下となって現れるが、この階調補正により暗い部分が明るく補正される。ボールの表面が部分的に暗く、撮影画像の円環が一部欠けたようになった場合には、飽和特性により欠けた部分がもともと明るい部分より大きく補正されるため、この階調補正は撮影画像のパターンを円環に近づける効果を有する。すなわち、後述する判定ステップにおける正規化相関係数を大きくする効果を有する。撮影画像の輝度値に一定値を加えたり一定係数を掛けてコントラストを強調した場合では、このような効果は得られないため、本発明における飽和特性を有する関数の使用は本質的なものである。なお、飽和特性を有する関数としては式 (2) に限定されるものではなく、例えば折れ線関数などが適用可能である。

【0016】

階調補正された画像中にはボールが多数配列しているが、切り出しステップではこの画像からボールを 1 つ含む大きさの切り出し画像を作成し、切り出し画像に対して次に述べる判定ステップを適用する。なお、切り出し画像の大きさはテ

ンプレート画像の大きさと等しいか大きいものとする。

【0017】

判定ステップでは、切り出し画像に対してテンプレート画像をずらしながら正規化相関係数を計算し、その最大値を求める。正規化相関係数は画像処理において標準的なパターンマッチング手法として用いられているもので、例えば、文献(2)（「画像解析ハンドブック」、東京大学出版会、p.709）に詳しい。ボールがある切り出し画像については、テンプレート画像の円環と切り出し画像の円環が重なった場合に正規化相関係数は最大値を取り、その値は1に近くなる。一方、ボールが変形あるいは欠落した切り出し画像においては、輝度分布パターンがテンプレート画像と著しく異なるため、正規化相関係数は明瞭なピークを持たず、最大値も0に近い値となる。従って、ボールの変形および／または欠落を判定する場合には、良品を表す単一のテンプレート画像を用いて、正規化相関係数の最大値が閾値以上ならば良品と判断すればよい。

【0018】

切り出し画像が大きい場合は、正規化相関係数の計算回数が増大するが、ボールの位置ずれに対する許容量は大きくなる。切り出し画像が小さくテンプレート画像の大きさと一致する場合は、正規化相関係数の計算が1回で済むが、位置ずれの許容量が非常に小さくなるため、必要な位置ずれ許容量に応じて切り出し画像の大きさを決定すると良い。

【0019】

ボールの大小を判定したい場合は、大・良品・小の3つのテンプレート画像に対してそれぞれの正規化相関係数の最大値を計算し、それらの値に基づき判定を行う。例えば、図6のようなフローチャートを用いることができる。図6では、まず良品のテンプレートを用いて求められた正規化相関係数の最大値 C_a が閾値 T_h 以下の場合はボールの変形または欠落と判定する。それ以外の場合には、小ボールのテンプレートを用いて求められた正規化相関係数の最大値 C_b と C_a を比較する。 C_b が C_a 以上の場合には小ボールと判定する。それ以外の場合には、大ボールのテンプレートを用いて求められた正規化相関係数の最大値 C_c と C_a を比較し、 C_c が C_a 以上の場合には大ボールと判定、それ以外の場合には良

品と判定する。このように複数のテンプレート画像を用いることで、単一のテンプレートでは排除できない僅かな大きさの違いを判定することが可能である。

【0020】

本発明の実施例において、テンプレート画像の生成パラメータ r 及び d は可調整パラメータであり、トレーニング画像を用いて最も高い判定性能を得るように調整することが可能である。また、検査対象のボールの大きさが変わった場合でも迅速にテンプレート画像を用意できるという特徴がある。

【0021】

【発明の効果】

以上に述べたように、本発明では飽和特性を有する関数を用いて階調補正を行っているため、正規化相関係数を用いたパターンマッチングにおいて、対象が部分的に暗くなった場合でも良品を不良と判定すること無く、正確な検査をすることができる。また、テンプレート画像を数式モデルにより生成するため、テンプレート画像の作成が迅速に行える。また、ボールの大小を判定する場合にも複数のテンプレート画像を用いることで、高精度の大小判定が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態であるバンプ電極用ボール検査装置の概略ブロック図である。

【図2】

円環状の撮影画像が得られることを説明するための図である。

【図3】

テンプレート画像の生成方法を説明するための図である。

【図4】

本発明の実施例を表す処理フロー図である。

【図5】

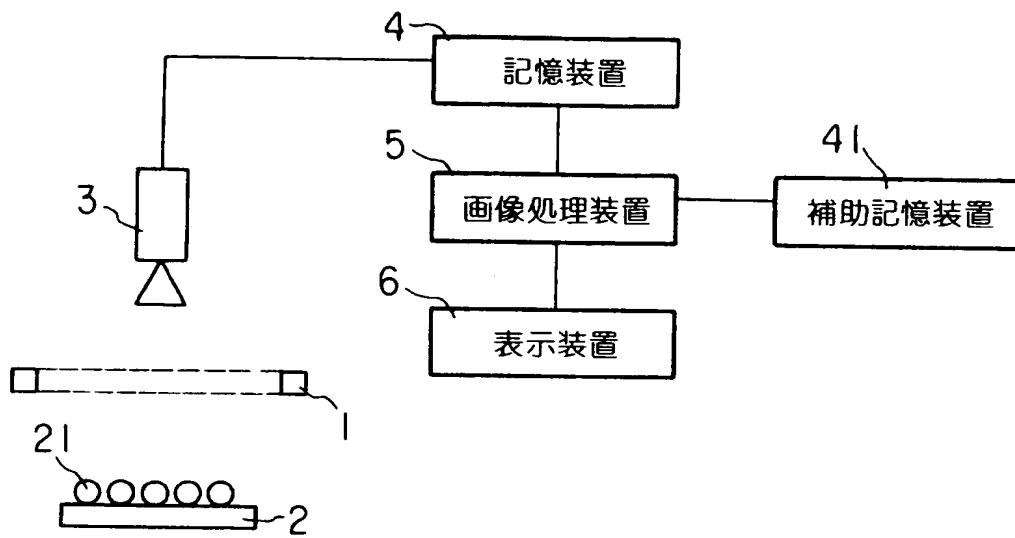
階調補正のための飽和特性を有する関数を説明するための図である。

【図6】

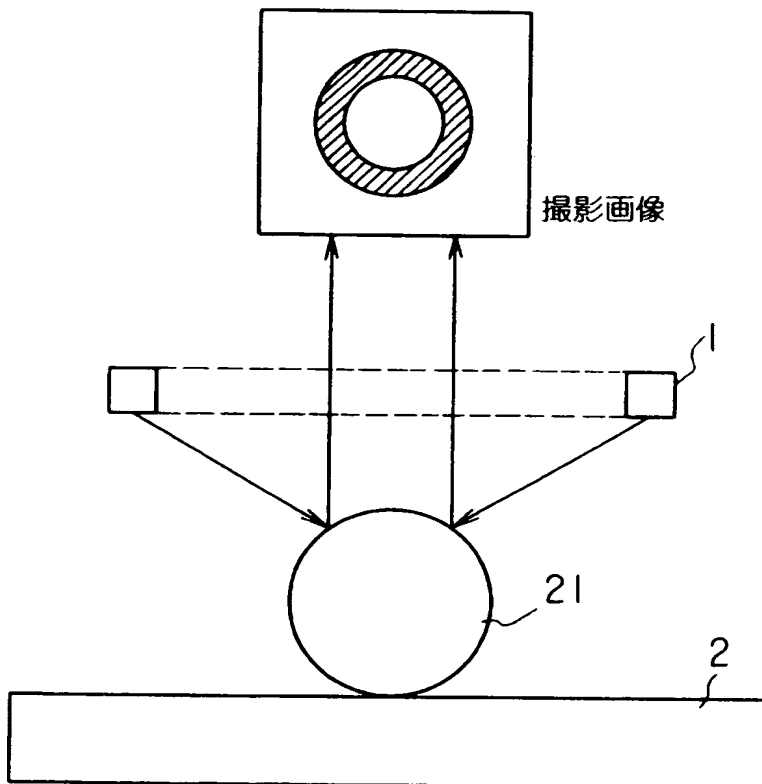
ボールの大小判定を行う実施例の場合の判定フロー図である。

【書類名】 図面

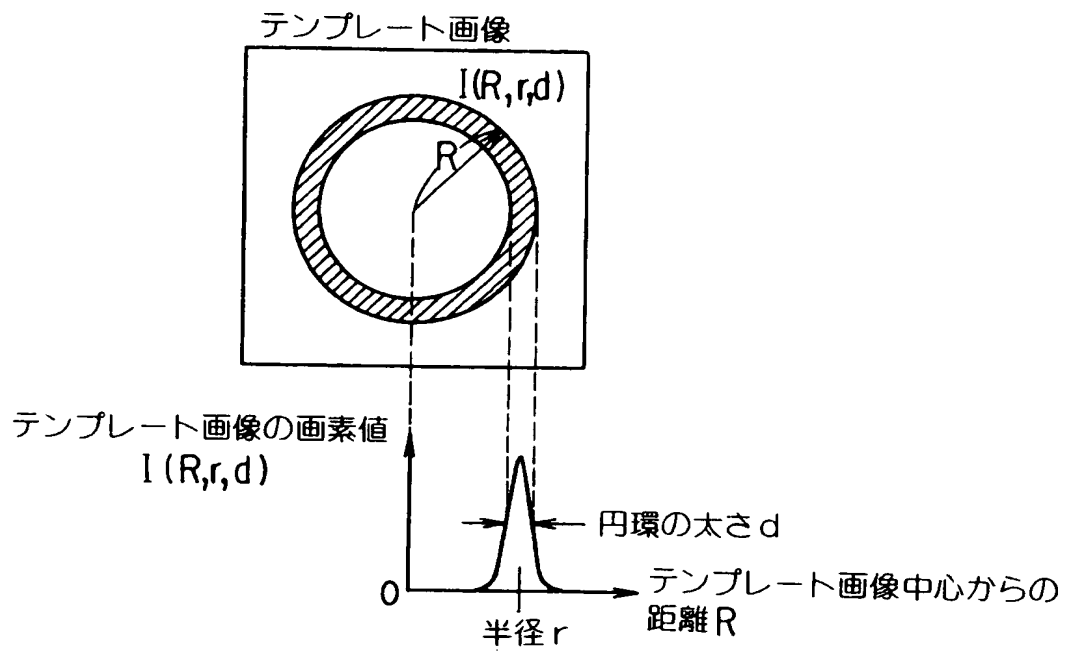
【図 1】



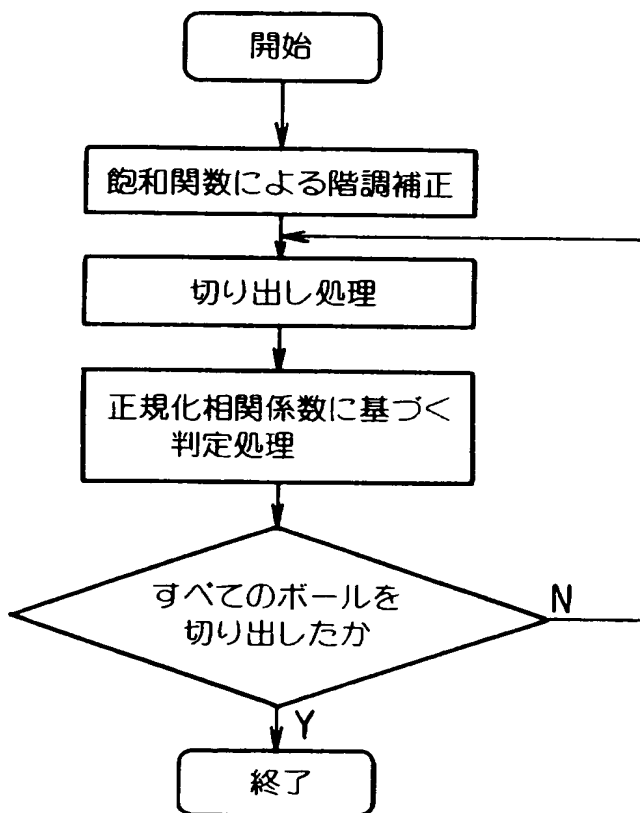
【図 2】



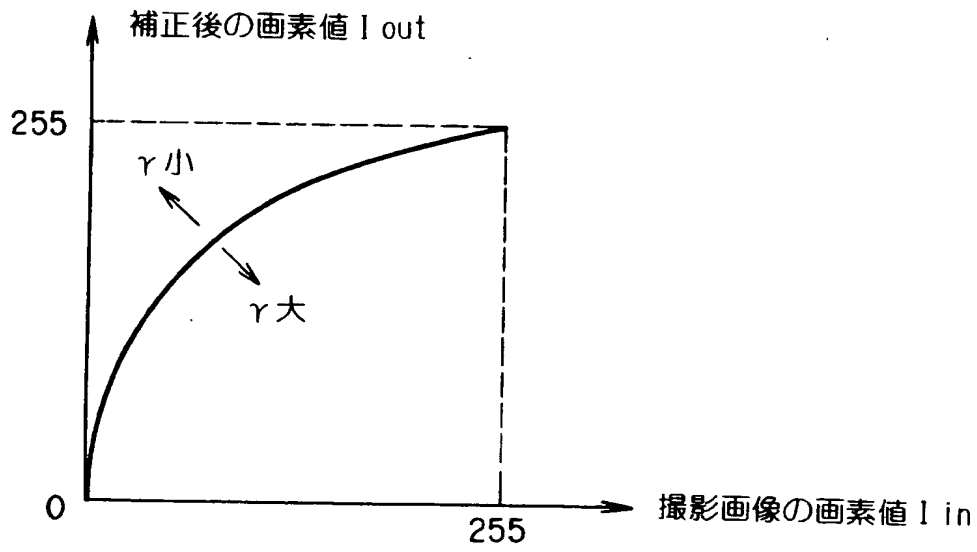
【図 3】



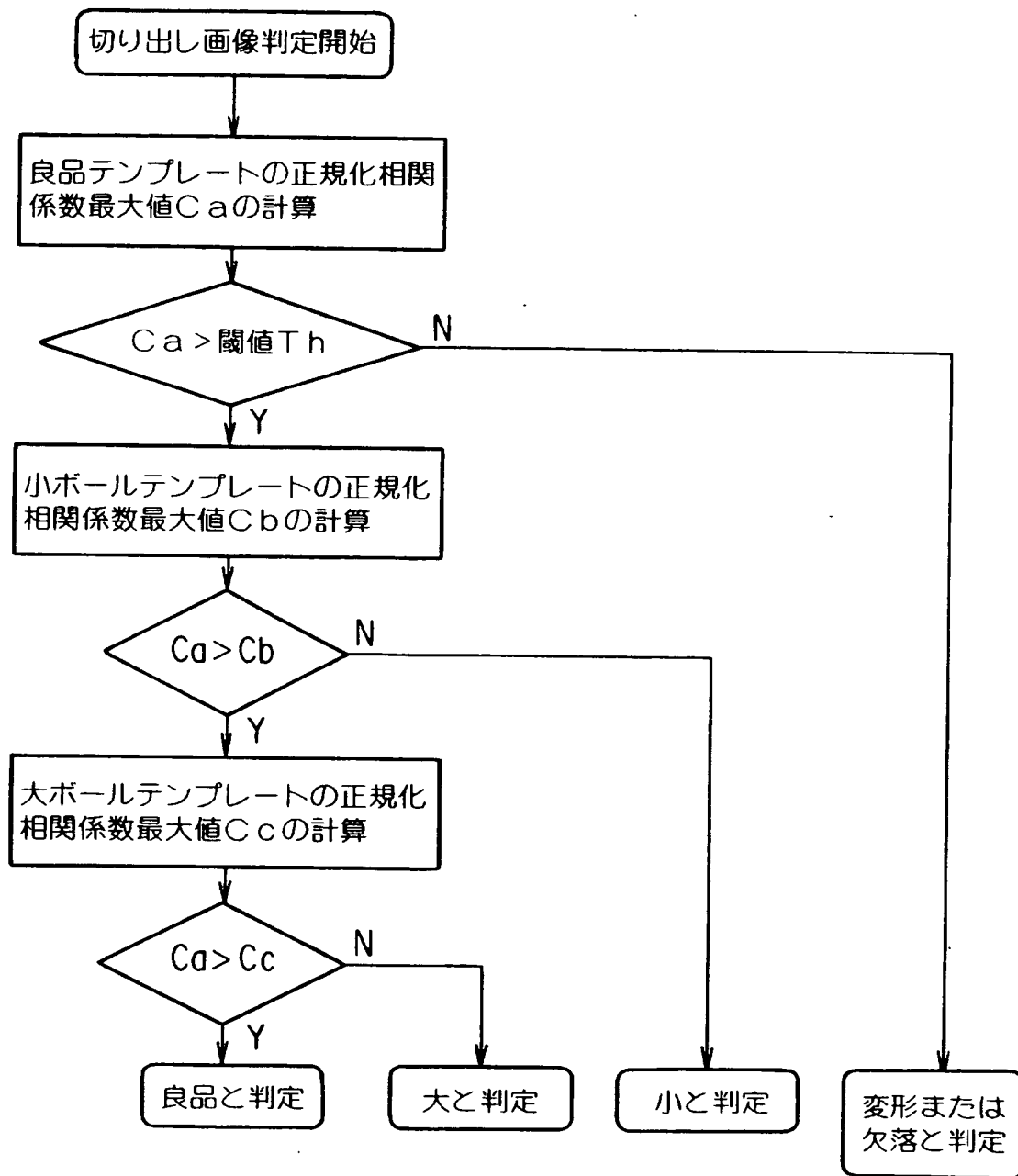
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 表面状態の影響を受けにくいバンプ電極およびバンプ電極用ボール検査方法を提供すること。

【解決手段】 検査に先立って、予め関数を用いてテンプレート画像を作成しておく。検査を実行する際には、まず飽和特性を有する関数を用いて撮影画像の階調補正を行う。次に一つのボールに相当する画像を切り出す。切り出し画像に対して、テンプレート画像を用いて正規化相関係数に基づくパターンマッチングを行い、良否判定を行う。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 2 - 3 3 8 8 5 2

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 6 5 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号

氏 名

新日本製鐵株式会社